

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift
⑪ DE 31 50 306 A 1

⑤1 Int. Cl. 3:
G 01 V 5/00

②1 Aktenzeichen: P 31 50 306.3
②2 Anmeldetag: 18. 12. 81
④3 Offenlegungstag: 30. 6. 83

DE 31 50 306 A 1

⑦1 Anmelder:

Heimann GmbH, 6200 Wiesbaden, DE

⑦2 Erfinder:

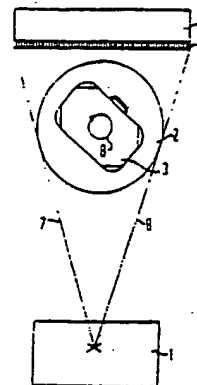
Stein, Karl-Ulrich, Dr.-Ing., 8000 München, DE

Behördeneigentum

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Prüfung von Gegenständen, insbesondere von Gepäckstücken, auf einen gesuchten Inhalt

Verfahren und Vorrichtung zur Prüfung von Gegenständen, insbesondere von Gepäckstücken, auf einen gesuchten Inhalt. Von den Gegenständen wird zumindest ein Schattenbild erzeugt. Nach diesem Schattenbild verdächtige Gegenstände werden zusätzlich einer Computertomographie unterzogen. Aus den Messungen nach den beiden Verfahren wird Art und Größe des verdächtigen Gegenstandes errechnet. In einer hierzu geeigneten Vorrichtung ist eine zur Aufnahme der Gegenstände (3) bestimmte Drehscheibe (2) zwischen einem Röntgengenerator (1) und einer Detektorzelle (4) angeordnet. Die Erfindung eignet sich insbesondere für Gepäckprüfanlagen. (31 50 306)

FIG 1



DE 31 50 306 A 1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Prüfung von Gegenständen, insbesondere von Gepäckstücken, auf einen gesuchten Inhalt, bei dem
5 die Gegenstände mittels zumindest eines Röntgenstrahles durchleuchtet werden, bei dem die Masseabschwächung für einzelne Bildpunkte ermittelt und gespeichert wird, wobei die erhaltenen Werte mit gespeicherten Werten und/oder mit den Werten eines Vergleichsgegenstandes verglichen
10 werden, dadurch gekennzeichnet, daß in einer ersten Meßreihe zunächst der Gegenstand mit konstanter Strahlrichtung des Röntgenstrahles so durchleuchtet wird, daß aufgrund der Masseabschwächung ein Schattenbild entsteht, daß nach einer Auswertung der ermittelten Vertei-
15 lung der Masseabschwächung die Bereiche des Gegenstandes, deren Masseabschwächungswerte auf die Anwesenheit des gesuchten Gegenstandes hinweisen, in einer zusätzlichen Meßreihe durch ein Computertomographieverfahren auf ihre Dichteverteilung untersucht werden und daß aus der Dichteverteilung der beiden Messungen Material und/oder Aus-
20 dehnung des gesuchten Körpers ermittelt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schattenbild zur Auswertung der ersten
25 Meßreihe auf einer Anzeige dargestellt wird, das mit Hilfe eines Zeigers auf oder in der Anzeige die gewünschte Schnittebene für die Computertomographie ausgewählt wird und daß nach der Aktivierung dieser Auswahl die Positionierung durch Strahlung und Ermittlung des Computertomographie-Schnittbildes bis hin zur Darstellung automa-
30 tisch abläuft.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Computertomographie nur ein Teil einer
35 Schnittfläche erfaßt wird, der anhand der ersten Meßreihe festgelegt wurde, indem der Röntgenstrahl jeweils nur in

einem begrenzten Winkelbereich geschwenkt und in einem begrenzten seitlichen Bereich verschoben wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch
5 g e k e n n z e i c h n e t, daß bei der Computertomo-
graphie die schrittweise Änderung der Röntgenstrahlrich-
tung automatisch unterbrochen wird, wenn ein Bereich der
Dichteänderung von der Röntgenstrahlung erfaßt wird, der
anhand der ersten Meßreihe festgelegt wurde.
- 10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t, daß ein Fächer von Röntgen-
strahlen eingesetzt wird und daß jeweils diejenigen Rönt-
genstrahlen ausgeblendet werden, die Bereiche erfassen
15 würden, die nach der Auswertung der ersten Meßreihe nicht
durchstrahlt werden sollen.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t, daß die Schnittebene für
20 die Computertomographie automatisch schrittweise verscho-
ben wird und daß diese automatische Verschiebung gestoppt
wird, wenn eine Dichteänderung erfaßt wird, die anhand
der ersten Meßreihe festgelegt wurde.
- 25 7. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem
der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
daß in ein und demselben Gerät das Schattenbild und das
Computertomographiebild ermittelbar ist.
- 30 8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, daß für
das Schattenbild und das Computertomographiebild minde-
stens dieselbe Röntgenstrahlquelle, dieselben Röntgen-
strahlempfänger einschließlich Empfänger Elektronik oder
35 mindestens dieselbe Vorrichtung zur Verschiebung und Dre-
hung des zu prüfenden Gegenstandes verwendet werden.

10.12.81 3150306

- 2 -

VPA 81 P 8050 DE

- 3 -

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie zumindest eine ortsfeste Röntgenstrahlquelle und eine Reihe nebeneinander horizontal angeordneter Röntgenstrahlempfänger aufweist, daß die Röntgenstrahlung alle Röntgenstrahlempfänger überdeckt, daß der zu untersuchende Körper um eine senkrechte Drehachse drehbar und senkrecht verschiebbar angeordnet ist und daß die durch die Röntgenstrahlempfänger begrenzten und dadurch definierten Röntgenstrahlen alle Teile des größten in der Vorrichtung zu untersuchenden Gegenstandes erfassen können.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie für jeden Röntgenstrahl eine gesonderte Röntgenstrahlquelle besitzt und daß für jede Röntgenstrahlquelle eine gesonderte Ausblendeinrichtung oder ein gesonderter Ausschalter vorgesehen ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie Einrichtungen beinhaltet, die es erlauben, aus verschiedenen Winkeln Schattenbilder eines Teils oder des gesamten Gegenstandes zu erstellen, sie auf einer oder mehreren Anzeigen nebeneinander darzustellen und dann mit einem Zeiger auf einem Sichtgerät automatisch Schnittbilder festzulegen, diese anzufertigen und darzustellen.

HEIMANN GmbH
Wiesbaden

- 4 -

Unser Zeichen
VPA 81 P 8050 DE

5 Verfahren und Vorrichtung zur Prüfung von Gegenständen,
insbesondere von Gepäckstücken, auf einen gesuchten Inhalt.

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Prüfung von Gegenständen, insbesondere von Gepäckstücken,
10 auf einen gesuchten Inhalt gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.
Ein derartiges Verfahren wurde an anderer Stelle bereits vorgeschlagen. Mit einem derartigen Verfahren läßt sich jedoch nur das Integral über alle Massenabschwächungskoeffizienten der vom Röntgenstrahl durchdrungenen Gegen-
15 stände ermitteln. Massenabschwächungskoeffizienten einzelner Inhalte eines Gegenstandes lassen sich so nicht ermitteln.

Aus der Medizin ist die Computertomographie bekannt. Dort
20 werden nicht zugängliche Körperteile untersucht, indem eine Schnittebene eines Körpers in verschiedenen Richtungen durchstrahlt und aus den verschiedenen Integralen über die vorhandenen Abschwächungskoeffizienten im Computer für jeden Punkt der entsprechende Abschwächungskoeffi-
25 zient errechnet wird.

Dieses Verfahren läßt sich jedoch nicht ohne weiteres auf die Prüfung von Gegenständen mit unbekannten Inhalten übertragen, da die infolge der mehrfachen Durchleuchtung erhöhte Röntgenstrahlenbelastung für verschiedenste Ma-
30 terialien nicht verträglich ist. Außerdem ist das Computertomographieverfahren grundsätzlich sehr aufwendig, der Zeitbedarf für eine Untersuchung und der apparative Aufwand sind sehr hoch.

35

Die Aufgabe, die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegt, besteht in einer serienmäßigen Untersuchung von Gegenständen, insbesondere Gepäckstücken, auf gesuchte Inhalte,
Mhs 1 Lk/4.12.81

wobei Art und Ausdehnung von gesuchten Inhalten festgestellt werden sollen. Dabei sollen sowohl der Aufwand an Meßzeit als auch der apparative Aufwand kleingehalten werden.

- 5 Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zunächst ein
10 Schattenbild des untersuchten Gegenstandes erzeugt, gespeichert und dargestellt. Aus der dargestellten Verteilung der Massenschwächungskoeffizienten über die Projektionsebene werden verdächtige Bereiche des Gegenstandes, in denen gesuchte Inhalte liegen könnten, festgelegt. Diese
15 erste Meßreihe kann auch in einem relativ einfachen Gerät üblicher Bauart durchgeführt werden. Das hier vorgeschlagene Gerät ist jedoch so konzipiert, daß in ihm unter Verwendung mindestens eines Teils der Komponenten beide Bildarten, nämlich Schattenbilder und Querschnitts-
20 bilder, aufgenommen werden können. Sofern verdächtige Bereiche in dem Gegenstand festgestellt werden, wird in einer zusätzlichen Meßreihe eine Computertomographie dieser Bereiche durchgeführt.

- 25 Dieses Verfahren ermöglicht es insbesondere bei der Zollfahndung, ohne eine Verzögerung des normalen Untersuchungsablaufes neben Waffen auch Rauschgift und dergleichen mit hoher Treffsicherheit zu erkennen, ohne den geprüften Gegenstand zu öffnen. Dieses Verfahren ist insbesondere auch bei
30 der Untersuchung von nicht zerstörungsfrei zu öffnenden Gegenständen von Bedeutung.

Vorteilhaft wird bei der Computertomographie nur jene Schnittfläche erfaßt, die anhand der ersten Meßreihe festgelegt
35 wurde, indem die Röntgenstrahlen jeweils nur einen Querschnitt erfassen. Auf diese Weise ist es möglich, gegen Röntgenstrahlen empfindliche Gegenstände, insbesondere Photokameras oder Filme, von einer unzulässigen Bestrahlung freizuhalten. Photokameras und Filme lassen sich nämlich bereits am Schattenbild

ziemlich sicher identifizieren, wodurch eine entsprechende Steuerung der Computertomographie ermöglicht wird.

5 Diese Steuerung wird vorteilhaft so durchgeführt, daß bei der Computertomographie die schrittweise Änderung der Röntgenstrahlrichtung automatisch unterbrochen wird, wenn ein Bereich der Dichteänderung vom Röntgenstrahl erfaßt wird, der anhand der ersten Meßreihe für eine weitere Durchstrahlung gesperrt wurde. Die Auflösung der Röntgenstrahlung kann ohne besondere Schwierigkeiten so fein gewählt werden, daß ein Erfassen eines Photoapparates oder der Blechteile einer Filmspule möglich ist, bevor der Film selbst von den Röntgenstrahlen erreicht wird.

15 Eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit wird üblicherweise durch einen Fächer von Röntgenstrahlen erreicht, welche gleichzeitig eine Reihe von Meßwerten in verschiedenen Empfängern liefert. In diesem Fall wird ein nicht zu durchstrahlender Bereich des Gegenstandes vorteilhaft dadurch von Röntgenstrahlung freigehalten, daß ein anhand der ersten Meßreihe festgelegter Teil der Röntgenstrahlen ausgeblendet wird.

25 Zur Untersuchung eines größeren Bereiches des Gegenstandes wird die Schnittebene für die Röntgentomographie automatisch schrittweise verschoben. Dabei wird diese automatische Verschiebung vorteilhaft gestoppt, wenn eine Dichteänderung erfaßt wird, die anhand der ersten Meßreihe festgelegt wurde.

30 Zur Durchführung dieses Verfahrens wird vorteilhaft eine Vorrichtung so ausgebildet, daß sie zumindest eine ortsfeste Röntgenstrahlquelle und eine Reihe nebeneinander angeordneter Röntgenstrahlempfänger aufweist, daß die Röntgenstrahlquelle alle Röntgenstrahlempfänger überdeckt, daß der zu untersuchende Körper um eine senkrechte Drehachse drehbar angeordnet ist und daß die durch die Rönt-

10 12 01

3150306

-7-
-4-

VPA

81 P 8 0 5 0 DE

genempfänger begrenzten und definierten Röntgenstrahlen alle Teile des größten in der Vorrichtung zu untersuchen- den Gegenstandes erfassen können. Diese Ausführungsform ist für eine rationelle Untersuchung besonders geeignet
5 und relativ wenig aufwendig, da der zu untersuchende Gegenstand von den Röntgenstrahlen des Fächers vollständig erfaßt wird, also keine Mechanik zur seitlichen Verschiebung erforderlich ist. Diese Vorrichtung gewährleistet eine sehr rasche Untersuchung.

10

Um in einer derartigen Vorrichtung einzelne Bereiche ausblenden zu können, ist es vorteilhaft, daß sie für jeden Röntgenstrahl eine gesonderte Röntgenstrahlquelle besitzt, daß für jede Röntgenstrahlquelle eine gesonderte Ausblend-
15 einrichtung oder ein gesonderter Ausschalter vorhanden ist. Diese Ausblendeinrichtungen bzw. Ausschalter sind vorteilhaft vom Computer steuerbar.

.....

Die waagerechte Anordnung der Gegenstände in der Vorrichtung bringt zusätzlich den Vorteil, daß Bewegungsunschärfen vermieden werden, die durch eine Bewegung des gesuchten Inhalts im Gegenstand hervorgerufen werden könnte, sofern der Gegenstand in einer nicht waagerechten Ebene gedreht würde.
20

25

Die zu untersuchende Schnittebene sowie der zu untersuchende Winkelbereich können vorteilhaft auf einen Bildschirm markiert werden, auf dem das in der ersten Meßreihe ermittelte Schattenbild sichtbar gemacht wird. Gemäß einer
30 solchen Markierung kann in einem automatischen Funktionsablauf die computertomographische Aufnahme und die Berechnung des Querschnittsbildes erfolgen.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch zur Materialprüfung, insbesondere zum Aufdecken von Inhomogenitäten in
35 größeren Volumina verwendet werden. So können Einschlüsse in Gußkörpern festgestellt werden.

Die Erfindung wird nun anhand zweier Figuren erläutert, die zwei verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung schematisch darstellen.

- 5 Ein Röntgengenerator 1 sendet Röntgenstrahlung 5 auf einen Empfänger 9 auf eine Detektorzeile 4, welche eine Reihe von Detektoren enthält, die aus der Röntgenstrahlung jeweils einen Röntgenstrahl aufnehmen. Zwischen dem Röntgengenerator 1 und der Detektorzeile 4 befindet sich eine
- 10 Drehscheibe 2, auf der der zu untersuchende Gegenstand 3 angeordnet ist. Die äußersten Röntgenstrahlen 7 und 8 stellen Tangenten an die Drehscheibe 2 dar. Dadurch ist gewährleistet, daß die größten auf der Drehscheibe unterzubringenden Gegenstände von den Röntgenstrahlen in allen Punkten
- 15 erfaßt und gemessen werden können. Die Detektoren der Detektorzeile 9 beinhalten vorteilhaft Szintillationskristalle, die den Röntgenstrahl genau begrenzen, und deren Licht aufnehmende lichtelektrische Wandler, z.B. Photodioden.
- 20 In Figur 1 ist die Detektorzeile 4 des Strahlungsempfängers geradlinig ausgebildet, in Figur 2 ist die Detektorzeile 5 des Strahlungsempfängers als Kreisbogen ausgebildet, welcher die Drehscheibe 2 umschließt und somit einen
- 25 besonders geringen Platzbedarf beansprucht.

Der zu untersuchende Gegenstand 3 wird vorteilhaft in einen Zylinder 6 eingebracht, welcher auf die Drehscheibe 2 konzentrisch aufgesetzt wird, wobei die Zylinderinnenwand

30 an keiner Stelle weiter als bis zum Rand der Drehscheibe 2 reicht. Dadurch wird sichergestellt, daß der zu untersuchende Körper 3 die Drehscheibe 2 nicht überragt.

Zur Erstellung eines Schattenbildes wird die Drehscheibe 2

35 in Richtung C auf- und abbewegt und dabei eine Drehung der Drehscheibe 2 verhindert. Zur Herstellung einer Computertomographie wird die Drehscheibe 2 in einer Richtung B um einen einstellbaren Winkel schrittweise oder kontinuier-



3150306

- 9 -

VPA

81 P 8 0 5 0 DE

- lich gedreht, während eine Reihe von Messungen der Massenabschwächung durchgeführt wird. Nach dieser Meßreihe wird die Drehscheibe 2 um einen bestimmten Betrag in einer Richtung C nach oben oder unten verschoben und die Messung unter Drehung der Scheibe wiederholt. Die Meßwerte werden in einem nicht dargestellten Computer gespeichert und zur Ermittlung der Dichteverteilung in dem zu untersuchenden Gegenstand ausgewertet.
- 10 Die Drehachse der Drehscheibe 2 liegt senkrecht. Dadurch wird eine Unschärfe durch eine Bewegung des Inhaltes des Gegenstandes 2 vermieden, welche bei jeder anderen Lage der Rotationsachse der Scheibe 2 möglich wäre.
- 15 Vorteilhaft weist eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens die Merkmale auf, daß für das Schattenbild und das Computertomographiebild mindestens dieselbe Röntgenstrahlquelle, dieselben Röntgenstrahlempfänger einschließlich Empfänger Elektronik oder
- 20 mindestens dieselbe Vorrichtung zur Verschiebung und Drehung des zu prüfenden Gegenstandes verwendet werden.

- Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird vorteilhaft mit vertretbarem Rechenaufwand jeweils ein komplettes Querschnittsbild mit Hilfe einer Reihe von Durchstrahlungen bei einer Drehung des Gegenstandes um 360° erzeugt. Das wirksamste Mittel, Filmschwärzung zu vermeiden, ist daher, in Bereichen, auf denen aufgrund des Schattenbildes Filme zu vermuten sind, keine Querschnittsbilder anzufertigen.
- 25
- 30

- Zur Herstellung einer Computertomographie wird zunächst die Drehscheibe in die für den gewünschten Querschnitt erforderliche Höhe gebracht und dann schrittweise gedreht, während eine Reihe von Messungen der Masseabschwächungskoeffizienten durchgeführt wird.
- 35

FIG 1

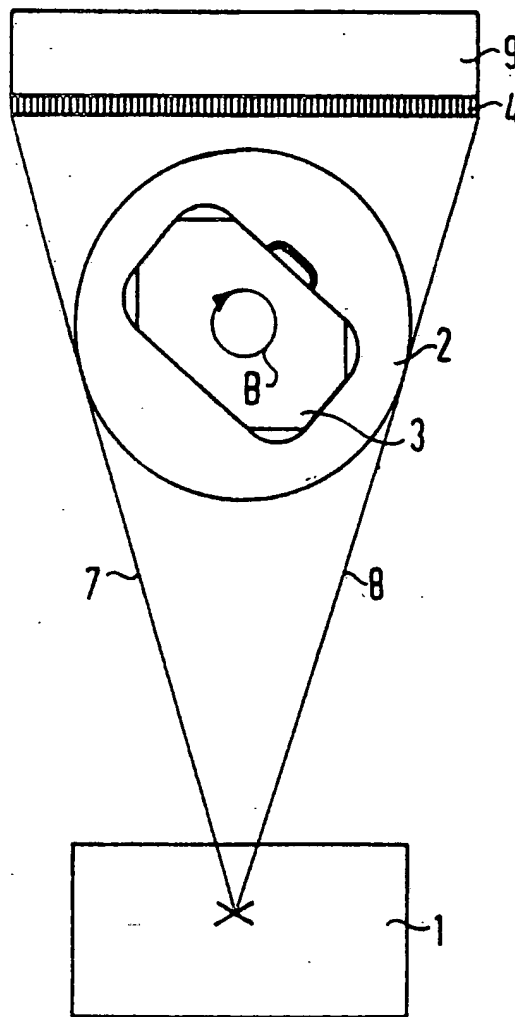


FIG 2

